



ESCUELAS UNIVERSITARIAS  
**GIMBERNAT-CANTABRIA**

# Ventajas auditivas del segundo implante coclear Secuenciados y simultáneos

Revisión Sistemática

---

## Second cochlear implant auditory advantages Sequential y simultaneous

Systematic Review

**Autora: Sara García Aostri**

**Turora: Raquel Renedo Lopé**

**Fecha de entrega: 10/09/2015**

## Índice:

- Resumen.....pág. 1
- Abstract.....pág. 2
- Listado de abreviaturas.....pág. 3
- Introducción.....págs. 3-6
- Metodología.....págs. 6-14
- Resultados.....págs. 14-25
- Discusión.....págs. 25-29
- Conclusión.....págs. 29-31
- Bibliografía.....págs. 32-38
- Anexos.....págs. 39-49

## Resumen

- **Objetivo:** comparar las características auditivas de individuos hipoacúsicos severo-profundos implantados bilateralmente dependiendo de la temporalidad de su implantación, simultánea o secuencialmente.
- **Métodos:** se elaboró una búsqueda bibliográfica, seleccionando aquellos que expusiesen una comparativa entre ambas implantaciones o que demostrasen alguna de sus características, como pueden ser las quirúrgicas.

Se hallaron 6 artículos basados en estudios de casos y controles; y estudios de cohortes.

Palabras clave: “Bilateral cochlear implant”, “Auditory brainstem cochlear implant”, “Binaural hearing”, “delay implantation”, “sequential bilateral cochlear implant” y “simultaneous bilateral cochlear implant”

- **Resultados:** Los resultados nos muestran que sí existe una mayor ventaja auditiva en los sujetos implantados simultáneamente frente a aquellos implantados secuencialmente en la mayoría de aspectos que rodean y componen la audición, además de encontrar evidencia de, con el propósito de hablar de la experiencia quirúrgica, esta no tiene mayores complicaciones y, en ella, se emplea menor tiempo.
- **Conclusión:** Habiendo completado la presente revisión sistemática, se ha concluido que se debería realizar estudios de casos y de cohortes con una muestra mayor y con un verdadero ciego a la hora de elaborarlos. Estudios en los que se engloben todos los aspectos y no solo dos o tres por cada artículo.

## Abstract

- Object: Comparing auditory characteristics of severe-profound hearing loss individuals implanted bilaterally depending on the timing of their implantation, simultaneously or sequentially.
- Method: A search of the information found in the databases used was drawn, selecting those were invited to present a comparison between the two implantations or demonstrates some of its features, such as surgical.

6 items based case-control and cohort studies were found.

Key words: “Bilateral cochlear implant”, “Auditory brainstem cochlear implant”, “Binaural hearing”, “delay implantation”, “sequential bilateral cochlear implant” y “simultaneous bilateral cochlear implant”

- Results: The results showed that there is indeed greater advantage of hearing for those subjects implanted simultaneously versus the implanted sequentially ones in most aspects surrounding the hearing, in addition to finding evidence that, in order to discuss the surgical experience, this does not has major complications and less time is spent.
- Conclusions: Having completed this systematic review, it was found that there should be cases studies and cohort studies with a larger sample and with a real blind when making them. Studies that encompass all aspects and not just two or three per article.

### Listado de abreviaturas:

- PEAC: Potenciales auditivos evocados.
- MUSE: La mejora en el umbral auditivo por la separación espacial del discurso en comparación con el umbral cuando no hay separación espacial.
- dB : decibelios.
- VSB: Ventaja sumativa binaural.
- CNC: “The consonat-nucleus-consonant monosyllabic word test”.

### Introducción

La implantación coclear es un tema de actualidad del que se escribe en cantidad, los estudios abundan respecto a la mejora auditiva de los usuarios de estos frente a los usuarios de otras adaptaciones auditivas.

Un implante coclear es un aparato que transforma los sonidos y ruidos del medio ambiente en energía eléctrica capaz de actuar sobre las aferencias del nervio coclear, desencadenando una sensación auditiva, pero sin restablecer la audición normal en un individuo sordo. Por lo tanto, un requisito imprescindible para insertar un dispositivo de este tipo es que los individuos tengan íntegro, desde un punto de vista funcional, el nervio coclear y las vías auditivas.

Gracias a estos estudios, la implantación coclear, se ha ido adentrando en la medicina general como algo más extendido, ampliando los criterios de inclusión para el procedimiento y, por consiguiente, la lista de pacientes que se han visto beneficiados de ellos.

Existen 2 tipos de implantaciones, la implantación coclear unilateral y la implantación coclear bilateral. La primera se refiere a aquellos sujetos con un único implante coclear y la segunda a aquellos con un implante coclear en cada oído. Dentro de estos segundos implantes, los implantes bilaterales, existen dos subgrupos: simultáneos y secuenciales. Los implantes cocleares simultáneos son aquellos implantados en la misma operación quirúrgica y los implantes secuenciales son aquellos que tienen un periodo de demora tras el primer implante hasta la segunda implantación.<sup>1</sup>

Aquí radica la pregunta que se plantea en la siguiente revisión sistemática, ¿existe una ventaja auditiva con la doble implantación coclear simultánea?

Como en todo nuevo procedimiento se formulan preguntas sobre su eficacia, seguridad y coste-efectividad desde diferentes perspectivas (planificadores, gestoras, profesionales, padres y usuarios); siendo estas preguntas esenciales para la correcta y eficaz introducción de la bilateralidad de la implantación en la sanidad pública y/o privada.

Para una doble implantación es necesario tener en cuenta los potenciales efectos en la función vestibular, los riesgos quirúrgicos y el coste-efectividad de implantar dos aparatos.<sup>2, 3</sup>

Para los niños que están afectados por una profunda pérdida auditiva y una audición residual limitada en ambos oídos, la audición binaural puede que solo se consiga mediante una implantación bilateral.<sup>4-6</sup>

Estudios han revelado que proveyendo una estimulación continua con un implante coclear se promueve el desarrollo auditivo del bulbo raquídeo<sup>7-11</sup> y del tálamo<sup>12-19</sup> en niños sordos desde la infancia.

Los niños con implantes unilaterales suelen tener significativas dificultades auditivas escuchando y localizando el sonido.<sup>20</sup> Cuando comparamos niños con implantes unilaterales y bilaterales se muestra una mejora en la percepción del sonido en situación de silencio<sup>21, 22</sup>, detección del discurso en ruido<sup>23</sup>, percepción del discurso en ruido<sup>21, 22, 24</sup>, y la localización del sonido<sup>25</sup>.

Siendo conscientes ya de la mejora respecto a un solo implante, la pregunta que nos planteamos sería sobre la diferencia entre la temporalización de sendos dispositivos.

Está claro que los implantes cocleares, ya sean unilaterales o bilaterales, deberían proveerse de manera urgente para minimizar los cambios anormales en el sistema auditivo causados por una privación auditiva bilateral.<sup>12-15, 17, 19, 26-28</sup>

El fallo proveyendo información auditiva durante el desarrollo conduce a una reorganización cortical con implicaciones negativas para las habilidades de percepción del discurso en niños implantados tardíamente.<sup>29</sup>

Aunque un implante coclear unilateral es de ayuda, de esta forma no conseguimos una audición binaural. Estudios han revelado que las ventajas de la audición binaural comparada con la monoaural vienen dadas por la mejora de la habilidad para identificar la localización del sonido y de las fuentes de este en el espacio<sup>4, 30-37</sup> además de la sumación binaural que permite mejorar la percepción y facilidad de la escucha<sup>31, 38, 39</sup>, ya que será peor en aquellos oídos con una pérdida bilateral pero solo con ayuda auditiva en un oído.<sup>40</sup>

Además también mejora la inteligibilidad en presencia de ruido o en lugares con reverberación usando la sombra auditiva de la cabeza y el silenciamiento.<sup>4, 30, 31, 39</sup>

De todas formas, aunque el implante coclear es una gran ayuda para la audición, estos niños requerirán una intensa terapia logopédica para lograr una óptima comunicación y su audición se verá significativamente deteriorada en situaciones de ruido.<sup>4, 22,41</sup>

Entonces, ¿un implante bilateral secuencial produce una mejor-adaptación del segundo al paciente por la experiencia del primero?, si, por el contrario; hablásemos de uno simultáneo, ¿aumentaría la funcionalidad de la audición y la velocidad de adquisición del lenguaje y/o la completa audición esperada para el procedimiento?

El enfoque del siguiente escrito se centra mayoritariamente en las ventajas de un implante coclear bilateral simultaneo frente a uno secuencial o si, al contrario, sucede que es más eficaz evitar una solapación de eventos quirúrgicos y posponer el segundo implante para más adelante.

Dadas todas estas preguntas e incógnitas derivadas de la especificación temporal del implante coclear bilateral, la revisión sistemática engloba todos aquellos datos relevantes para el tema, las preguntas y las consecuencias de intervención que existen, concentrándolas en un artículo de fácil comprensión y síntesis.

## Metodología

El proceso de búsqueda de la información se realizó entre los meses de Marzo y Agosto del año 2015.

El presente estudio es una revisión sistemática basado en estudios de cohortes y de casos clínicos de menos de 10 años de antigüedad contando desde el presente año, 2015.



Las bases de datos informatizadas utilizadas para la búsqueda de información han sido las siguientes: Pubmed, Google Académico y ResearchGate. Google académico y ResearchGate no se han usado como buscador, sino como bases de datos para encontrar aquellos artículos que en Pubmed no se encontraban enteros para el público gratuitamente.

No se pudo utilizar ResearchGate como buscador porque requería un registro como investigador de una Universidad adherida al programa y Google académico tenía un número muy grande de entradas que no se podían filtrar de una forma adecuada, dándonos solo la posibilidad de acotar año de publicación, y aun así seguía habiendo una cantidad de referencias demasiado extensa.

Las palabras clave utilizadas en la primera búsqueda han sido “Bilateral cochlear implant”, “Auditory brainstem cochlear implant”, “Binaural hearing”, “delay implantation”, “sequential bilateral cochlear implant” y “simultaneous bilateral cochlear implant” en inglés; e “Implante coclear”, “implante coclear bilateral”, “implante coclear bilateral secuencial”, “implante coclear bilateral simultaneo”, “rehabilitación auditiva” en castellano. Debido a que la mayoría de las referencias encontradas en castellano no concordaban con la pregunta ni la materia de la revisión se descartaron en la búsqueda inicial. Solo nos referiremos a partir de ahora a las referencias encontradas en inglés.

La búsqueda realizada tenía como fin la respuesta a la pregunta-objetivo que nos hacemos: “¿Existe una mayor ventaja auditiva con la doble implantación coclear simultanea?”.

Esta búsqueda inicial nos condujo a numerosos artículos cuyo contenido no estaba relacionado directamente con la respuesta necesaria para la revisión. Para evitar

aquellos artículos no necesarios realizamos una búsqueda sistemática donde rechazamos aquellos artículos cuyo contenido no era gratuito, cuyo título no estaba directamente relacionado con el tema y cuyos resúmenes no arrojaban datos de interés para la elección de los mismos.

Cuando la búsqueda sistemática dio fruto a 51 artículos de relevancia se inició una búsqueda manual, artículo por artículo, buscando aquellos que concordaban con los criterios de inclusión y exclusión para los resultados necesarios en orden a responder a nuestra pregunta, dando lugar a seis resultados y otros que daban información relevante pero no cumplían los criterios necesarios para su inclusión completa.

Además de la búsqueda realizada anteriormente, también analizamos las referencias de otras revisiones sistemáticas y artículos, retirados o no de la realización del trabajo, buscando estudios relevantes por, únicamente, su título.

### **Criterios de inclusión**

Los criterios de inclusión establecidos para realizar la revisión sistemática fueron los siguientes:

- Se incluyen todos aquellos ensayos que sean de cohortes, con muestras de casos o con una valoración de resultados obtenidos de un estudio exhaustivo de experiencia clínica en personas. Dado que el objetivo es conocer si existe una mejor audición con un tipo concreto de implantación, nos será necesario un tipo de estudio con muestra real. Los artículos descriptivos no nos daban suficiente fiabilidad científica.
- Aquellos artículos cuyo año de publicación sea igual o posterior al 2005 hasta la actualidad, para asegurar que los resultados obtenidos en los estudios sean contemporáneos.

- Artículos en castellano o inglés, aunque finalmente solo incluiríamos los de idioma inglés. Estos idiomas fueron los de elección ya que son aquellos que dominamos y de los que seremos capaces de extraer toda la información útil disponible.
- Con una muestra mayor o igual a cuatro participantes.
- La edad de los participantes de estudio sea desde los 8 meses a 18 años o de 18 a 85 años. Justificamos un rango tan grande por la variación de edad de implantación en los casos de implantes cocleares secuenciales y el seguimiento necesario de aquellos implantados muy tardíamente; y se ha dividido la inclusión de edad de la muestra ya que los artículos no deberán mezclar ambos rangos de edad por riesgo al sesgo.
- El tipo de implantación no será motivo de exclusión, por lo que incluiremos implantados unilateralmente, bilateralmente secuenciados o bilateralmente simultáneos; de modo que tengamos todas las posibilidades y todos los puntos de vista con los que es posible una comparativa.
- Pacientes con una hipoacusia neurosensorial entre severa y profunda, ya que estos serán incluidos en el protocolo de implantación y son aquellos cuya necesidad de un implante coclear es completa. No tendrán apenas audición residual que pueda sesgar los resultados por ayudas complementarias que otros pacientes de la muestra no posean.
- Se incluirán pacientes de cualquier nacionalidad y de cualquier lengua, ya que la revisión no se centra en una necesidad de resultados geográfica.

- Aquellos artículos cuya intervención sea la implantación coclear, ya sea unilateral o bilateral.
- Evaluación de uno o varios de estos aspectos para, así, evaluar su audición:
  - Respuestas auditivas del tronco del encéfalo.
  - Respuestas auditivas corticales.
  - Latencias de respuesta en potenciales evocados.
  - Percepción y detección del discurso.
  - Percepción del discurso en ambientes de ruido.
  - Desenmascaramiento espacial.
  - Localización espacial.
  - Ventaja binaural
- El artículo deberá ser gratuito y el acceso al archivo completo para la descarga.
- Medidas de resultado: Para la inclusión de los estudios buscaremos aquellos con medidas objetivas. Serán necesarios potenciales evocados para aquellos aspectos objetivos del sonido y de la audición; para la detección y percepción del lenguaje pruebas de respuestas de conducta y aquellos con pruebas estandarizadas del lenguaje.

Aunque no es estrictamente necesario para su inclusión el uso del análisis de la varianza (ANOVA), éste nos permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de K poblaciones ( $K > 2$ ) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de

que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado.

- El factor de inclusión de mayor importancia que hemos usado ha sido la escala Consort. Los resultados posibles de esta prueba varían entre cero y nueve, siendo cero la puntuación más baja y nueve la más alta. La puntuación mínima para ser incluido en este estudio será seis.

Como puntualización, las puntuaciones posibles a obtener con esta prueba son de cero a nueve puntos sobre once, ya que dos preguntas no son puntuables más allá de baja, media o alta.

#### **Criterios de exclusión:**

- Tema: no se tendrán en cuenta aquellos artículos con temas no concretos y que no se relacionen prácticamente en su totalidad con el objeto de esta revisión. De este modo se descartarán todos aquellos que no hablen, bien de las consecuencias médicas y quirúrgicas del procedimiento o de establecer una relación o diferencia entre la implantación bilateral coclear simultánea y secuencial, directa o indirectamente gracias a datos objetivos.
- Tareas a realizar: no serán de interés aquellos estudios que no evalúen los parámetros de forma objetiva, con datos auditivos o estandarizados, a excepción de aquellos que nos relaten las complicaciones quirúrgicas, que tienen importancia más allá de los resultados estandarizados de audición por la controversia existente que arroja duda sobre la seguridad quirúrgica del número de operaciones a realizar.

### **Estrategia de búsqueda:**

La tabla 1 adjuntada en los anexos en la página 39 refleja los artículos que se han seleccionado en la búsqueda manual realizada al final de la recaudación de información. Se ve el número total de artículos encontrados con la palabra clave escrita y el número de artículos que se han usado para la realización del trabajo, ya sea para los artículos que nos dan los resultados que contesten a nuestra pregunta-objetivo o bien para el uso de su información en la elaboración del contexto en el que encontramos la pregunta.

Los artículos señalados como seleccionados son aquellos a los que se les ha pasado los criterios de inclusión y exclusión y la escala Consort, por lo que son más de seis artículos ya que no cumplían nuestros criterios todos aquellos seleccionados.

\*La búsqueda realizada con “Bilateral Cochlear Implants” fue demasiado extensa como para, si quiera, leer cada uno de los títulos, por lo que se introdujo unas acotaciones “((bilateral cochlear implant) AND ("2005"[Date - Publication] : "3000"[Date - Publication])) NOT unilateral cochlear implants “. Estas eliminaban todos aquellos artículos con un año de publicación fuera de nuestra muestra deseada y eliminando todos aquellos que nos hablen también de los implantes unilaterales, ya que la búsqueda tenía como fin poner en contexto la pregunta mediante información de los implantes cocleares bilateral.

Dado que seguía habiendo demasiadas publicaciones introdujimos esta búsqueda “((((bilateral cochlear implants) AND ("2005"[Date - Publication] : "3000"[Date - Publication])) NOT unilateral cochlear implants) NOT "twin study"[Publication Type]) NOT "interview"[Publication Type]” en la que, además de lo anterior, eliminamos aquellos artículos de entrevista y estudios con mellizos o gemelos.

Del mismo modo acotamos la búsqueda de binaural hearing insertando lo siguiente “((((binaural hearing) AND ("2005"[Date - Publication] : "3000"[Date - Publication])) NOT "twin study"[Publication Type]) NOT "interview"[Publication Type])) AND cochlear implants “

Tras la elección de estos 51 artículos pasamos a una búsqueda sistemática donde encontramos 11 artículos válidos por nuestros criterios de inclusión y exclusión pero no los criterios de la escala Consort.

### **Evaluación metodológica:**

Los seis artículos resultantes de esta última búsqueda manual realizada fueron objeto de una evaluación mediante la escala Consort de lectura crítica para asegurar la calidad de la revisión sistemática. La escala funciona del cero al once, y existen dos preguntas cuya respuesta se evalúa de forma cualitativa, y no cuantitativamente como el resto de ellas.

La escala Consort pasada a los estudios se presenta en la siguiente tabla esquematizada:

NS: No se conoce la respuesta A: Alta
--

<b>Autor/es, Año</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>Total</b>
Litovsky R, Parkinson A, Arcaroli J, Sammeth C, 2006 <sup>47</sup>	SI	NO	SI	NO	SI	SI	A	A	SI	SI	SI	7
Sharma A et al, 2007 <sup>43</sup>	SI	NS	SI	NO	SI	SI	A	A	SI	SI	SI	7
Bauer PW et al, 2006 <sup>42</sup>	SI	NO	SI	NO	SI	SI	A	A	SI	SI	SI	7

Chang et al, 2010 <sup>46</sup>	SI	NO	SI	NO	SI	SI	A	A	SI	SI	SI	7
Ramsdem JD et al, 2009 <sup>44</sup>	SI	SI	SI	NO	SI	SI	A	A	SI	SI	SI	8
Chadka NK et al, 2011 <sup>45</sup>	SI	NO	SI	NO	SI	SI	A	A	SI	SI	SI	7

Las preguntas que la escala Consort contiene son las siguientes:

1. ¿Se hizo un estudio sobre un tema claramente definido?	2. ¿Se asignaron los pacientes a los grupos de tratamientos de manera aleatoria?
3. ¿Se realizó un seguimiento completo y adecuado de los pacientes?	4. ¿Se ha mantenido un diseño ciego respecto al tratamiento, tanto para los pacientes, investigadores y demás personal del estudio?
5. ¿Se cumplían la similitud de los grupos al inicio del ensayo?	6. ¿Se ha tratado de igual manera a ambos grupos durante el tratamiento?
7. ¿Cuál es la magnitud del efecto del tratamiento?	8. ¿Qué precisión tienen los resultados?
9. ¿Pueden aplicarse los resultados a pacientes reales?	10. ¿Se tienen en cuenta los resultados clínicamente importantes?
11. ¿Es positivo el balance entre daños y riesgos?	

## Resultados

Para un análisis esquematizado y visual de los resultados se recomienda ver tabla 2 en anexos, páginas 40-44.



El objetivo del estudio era examinar el curso temporal de la maduración de las latencias del potencial evocado auditivo cortical P1, que es un biomarcador para el desarrollo de las vías auditivas centrales<sup>48</sup>; en niños implantados secuencial y simultáneamente.

Se han estudiado el caso de 4 niños, dos con implantes cocleares implantados de forma secuencial y dos simultáneamente. En las figuras A,B,C y D, que se encuentran en los anexos en la página 45, se muestran las trayectorias de desarrollo de las latencias P1 de los cuatro pacientes.

- Paciente 1 (Figura A): Niño con hipoacusia neurosensorial profunda. Implantado del oído izquierdo a la edad de 12 meses. Tras tres meses implantado y con estimulación, la latencia P1 ya estaba en valores normales. El segundo implante se introduce con 24 meses y, en el momento en el que se inicia la estimulación, este oído tenía una latencia menos retrasada comparada con la iniciación del implante en el oído izquierdo. La latencia P1 del oído derecho consigue límites normales al mes del inicio de la estimulación. Cuando se le vuelve a evaluar a la edad de 3 años y medio, las latencias P1 de ambos oídos continúan mostrando un desarrollo normalizado.
- Paciente 2 (Figura B): Niño con pérdida auditiva neurosensorial en el rango de severa a profunda. A las edades de 10 meses para el oído izquierdo y 15 meses para el oído derecho se le implanta. Por motivos ajenos al estudio, hasta 6 meses después del segundo implante y de la iniciación de la estimulación no se pudo evaluar las latencias P1, ya en límites de audición normales.

Cuando se le volvió a evaluar a la edad de un año y medio y de 2 años, el desarrollo de las latencias P1 ya estaba normalizado.

- Paciente 3 (Figura C): Paciente con pérdida auditiva profunda y neurosensorial implantado simultáneamente a los 12 meses. Al mes del inicio de la estimulación, éste, ya se halla en límites normalizados.
- Paciente 4 (Figura D): Individuo con hipoacusia neurosensorial de severa a profunda implantado simultáneamente a la edad de 15 meses. Tras un mes de uso del implante ya se halla dentro de los límites de la normalidad.

*Simultaneous versus sequential bilateral implantation in young children: Effects on central auditory system development and plasticity.. 2007*<sup>43</sup>

El propósito de este estudio fue determinar si los niños que han recibido implantes cocleares bilaterales, simultáneos y con una temporalización temprana muestran un desarrollo más rápido de las vías auditivas corticales comparado con niños que recibieron sus implantes con la misma temporalización pero de forma secuencial.

Se realizó por medio de un estudio de cohortes con un grupo de 20 niños con implantes cocleares bilaterales, 10 secuenciales y 10 simultáneos.

Como se muestra en la Figura E, adjuntada en anexos en la página 46, las latencias P1 no son significativamente diferentes entre los dos grupos en ninguno de los intervalos que se muestran de la pos-implantación. La respuesta de la latencia P1 para ambos grupos está fuera de los límites de normalidad en el momento de la activación del implante, ni una semana ni un mes después de la implantación. Las latencias P1

llegan a niveles normales a los 3 meses de la activación y continúan disminuyendo normalmente hasta los 5, 8, 11 y 15 meses después de la implantación.

En la Figura F, incluida en los anexos en la página 46, las principales latencias P1 para las evaluaciones de cada oído de sujetos de sendos grupos se representan mediante la duración del uso del implante. En el grupo de los implantes secuenciados, en el momento de la activación del implante y hasta 3 meses después, la latencia P1 para el segundo oído implantado tiende a ser más corta que en el oído de la primera implantación, por desgracia esta tendencia no es estadísticamente significativa.

Las ondas de los potenciales evocados auditivos corticales (PEAC en adelante) de dos sujetos representativos de la muestra se muestran en la Figura G, en anexos en la página 47. El panel de la izquierda muestra los registros hechos en el momento de la implantación y 4 meses después de un niño que fue implantado bilateralmente de forma simultánea a la edad de 1,35 años. En el panel de la derecha se ven los registros de las mismas características de un niño implantado secuencialmente a la edad de 1,14 años por primera vez y a los 2,13 años implantado de su segundo aparato. Como se muestra, hay cambios en la morfología de los PEAC y en la latencia P1 dentro de los primeros meses después de la implantación.

*Bilateral simultaneous cochlear implantation in children: our first 50 cases.*  
*Laryngoscope. 2009* <sup>44</sup>

Este estudio de casos tiene como objetivo asegurar la seguridad y la técnica quirúrgica de las implantaciones bilaterales simultaneas en niños. Se han estudiado 110 casos de implantación coclear bilateral infantil, 50 casos de implantación simultánea y 55 de implantación secuencial. Este último grupo se subdivide en dos, aquellos

implantes en los que entre la primera y la segunda operación hay un espacio de tiempo corto, entre 6 y 12 meses (17 individuos); y en los que pasa un tiempo más largo, más de 24 meses (38 individuos).

Midieron resultados sobre 6 aspectos importantes a tener en cuenta en un proceso quirúrgico:

- Tiempo quirúrgico:

La duración de la operación entre el grupo de implantes cocleares secuenciales, grupo de larga y corta demora entre implantes, no era significativamente diferente. Sin embargo, la diferencia de tiempo entre la operación simultánea y las dos operaciones secuenciales necesarias para igualar el proceso, sí es significativa esta última es significativamente más larga que la anterior. (5 horas, 39 minutos  $\pm$  45 minutos sumativa de secuenciales versus 4 horas, 16 minutos  $\pm$  35 minutos simultáneos).

- Tiempo en la preparación de paciente y la sala:

La preparación del paciente en una operación de implantación simultánea es más complicada que la de un único implante. La preparación de una operación simultánea lleva 58 minutos  $\pm$  20 minutos, la de una operación secuencial con corta demora 40 minutos  $\pm$  13 minutos para el primer oído y 37 minutos  $\pm$  12 minutos para el segundo; y en los implantes con larga demora 30 minutos  $\pm$  14 minutos para el primer implante y para el segundo 53 minutos  $\pm$  17 minutos.

- Tiempo total de la operación:

El tiempo empleado en las operaciones del grupo de implantados secuenciales, larga y corta demora ( $7:05 \pm 50$  minutos,  $6:47 \pm 44$  minutos, respectivamente) es significativamente mayor que el tiempo que lleva a cabo la implantación simultanea ( $5:15 \pm 38$  minutos).

- Analgésicos y antieméticos usados

Dado que la dosis de analgésico que se administra depende del peso del paciente, se ha valorado la cantidad y no la cualidad de las dosis usadas. Se han usado, principalmente, tres tipos de analgésicos:

- Acetaminophen

Se necesitaron menor cantidad de dosis en el grupo de implantados secuencialmente con larga demora.

- Dimenhydrinate

Se necesitaron mayor cantidad de dosis en el grupo de implantados secuenciales con mayor demora entre implantes.

- Codeina

Se necesitaron mayor número de dosis en aquellos implantados simultáneamente.

- Estancia hospitalaria:

La sumativa de tiempo en el grupo de los secuenciales fue de  $2.13 \pm 0.58$  días, frente a los  $1.1 \pm 0.36$  días del grupo de los simultáneos.

- Complicaciones:

El 8% de los 50 pacientes del grupo de los simultáneos tuvieron complicaciones (dos fiebre, uno náusea y otro otorrea) y el 7,2% de los 55 pacientes del implante secuencial también (2 fiebre, uno náusea y otro una fuga de líquido cerebroespinal). En el grupo de la implantación simultánea no hubo complicaciones posoperatorias, pero en el grupo de la implantación secuencial tuvieron complicaciones menores (fiebre prolongada, otitis media y un pequeño absceso en la mastoides).

*Speech detection in noise and spatial unmasking in children with simultaneous versus sequential bilateral cochlear implants. 2011*<sup>45</sup>

Este artículo tiene como objetivo medir la detección del sonido en situaciones de ruido en niños con implantes cocleares, comparando el desempeño en niños con implantes simultáneos e implantes secuenciales, y niños con audición normal.

Obtiene resultados de dos variantes:

- El desenmascaramiento espacial:

En la figura H, insertada en los anexos en la página 48, se muestran las variaciones del umbral auditivo con respecto a los grupos de estudio en situaciones de ruido variando el ángulo con respecto al emisor y al receptor del ruido.

Aunque los tres grupos tuvieron un desempeño bueno los resultados de los grupos de implantados es significativamente más pobre que los del grupo control.

El umbral decrece cuando el ángulo espacial con el que reciben el ruido cambia de 0° a 90°, con una tendencia de mejoría en niños del grupo control y niños del grupo de implantes simultáneos, comparados con el grupo de secuenciales. Solo el grupo de secuenciados muestra un cambio o una diferencia en los umbrales cuando la dirección del ruido cambia, del oído primeramente implantado al segundo.

La mejora en el umbral por la separación espacial del discurso y del sonido sobre el umbral cuando no hay separación espacial (MUSE en adelante) se muestra en la Figura I, incluida en los anexos en la página 49. En niños con audición normal el nivel MUSE fue de 8,6 decibelios (dB en adelante), para el grupo de los implantados simultáneos fue de 7,2 dB y para el grupo secuencial, 3,9 dB. En grupo de control y el de los simultáneos no hay gran diferencia entre el primer implante y el segundo, pero en el grupo de implantes secuenciados, siendo peor significativamente que el segundo.

- **Ventaja Binaural**

La ventaja sumativa binaural (VSB en adelante) se ha valorado en 2.0 dB en el grupo de los implantados simultáneamente y en 0.7 dB en el primer oído y 2.5 dB en el segundo oído en el grupo de los secuenciales.

No hubo diferencias significativas en el nivel de VSB entre cada oído de los implantados simultáneamente, aunque entre el primer implante y el segundo implante por separado del grupo secuencial, el segundo tenía un mejor desempeño.

*Performance over time on adults with simultaneous bilateral cochlear implants.2010*<sup>46</sup>

El objetivo de este estudio es determinar el desempeño en tareas como la localización del sonido y el reconocimiento de palabras en sujetos con implantes cocleares bilaterales simultáneos a lo largo del tiempo, desde el momento de la implantación hasta 72 meses después.

- Reconocimiento de palabras:

Para evaluarlo usaron la prueba “The consonant-nucleus-consonant” de Tillman y Carhart en situación de silencio con emisiones a 70 dB usando el reconocimiento de palabras monosilábicas.

La media de desempeño a los 12 meses después de la implantación simultánea fue de 61% de las palabras presentadas, siendo un 4% en el momento de la implantación. Además, tras otros 12 meses, a los 24 meses de la implantación, fue sumado otro 4% a la media, registrándose un nivel del 65%.

- Localización del sonido:

En la localización del sonido los datos mostraron que el mejor desempeño ocurrió entre los 12 primeros meses tras la implantación. Estos datos se basaron en la medida en la que el sujeto localiza el sonido en un punto del espacio y el



rango de error medido en grados angulares. Entre todos los sujetos las cifras se movían entre los 10° y los 47° de error, siendo estos últimos los que peor desempeñaron la tarea.

*Simultaneous bilateral cochlear implantation in adults: a multicenter clinical study.*

2006<sup>47</sup>

El estudio tuvo como objetivo determinar la eficacia de la implantación coclear bilateral simultanea comparándola con sujetos con implantes unilaterales. Los sujetos escogidos tiene edades comprendidas entre los 18 y los 81 años. Los resultados se han dividido en cuatro apartados:

- Percepción del discurso en silencio
  - Se usaron dos pruebas diferentes:
    - “The consonant-nucleus-consonant monosyllabic word test” (CNC en adelante) de Peterson y Lehiste: Se encontró que tenían unos resultados mucho mejores frente a la unilateralidad y que de 1 a 3 meses tras la implantación era el mejor periodo con una diferencia muy significativa frente al periodo de 3 meses a 6 meses y en adelante.
    - Frases de las listas de “Hearing in noise test” de Nilsson, Soli y Sullivan (HINT): Indica que las condiciones de escucha principales y más significativas son el tiempo y el nivel de reconocimiento, interrelacionándolas. Se observó un mejor desempeño de la habilidad en

los implantados bilateralmente, excepto en el intervalo de los 3 meses postactivación.

- Percepción del discurso en situación de ruido

- Habla y ruido a 0° respecto al receptor:

En esta prueba tuvieron mejores resultados los implantados unilateralmente.

- Ruido a 90° respecto al habla usando la sombra de la cabeza como beneficio a la audición

Se aumentó en 3.1 dB respecto al no uso de la sombra, respecto a los 0°.

- Ruido a 90° respecto al habla utilizando el silenciamiento de uno de los aparatos

Cuando el oído derecho es el activado aumenta un 1.96 dB y utilizando el izquierdo aumenta 2.7 dB.

- Desempeño asimétrico de los oídos:

Se demostró, con el grupo de aquellos sujetos que creían tener una audición asimétrica que, aunque con uno de los dispositivos oyen mejor, la bilateralidad es más beneficiosa en cuanto al grado de audición.

- Perfil del beneficio de las ayudas a la audición abreviado

Es un cuestionario de preguntas subjetivas que rellenan los mismos pacientes.

En el apartado de facilidad para comunicarse 25 de los 30 sujetos, un 83%, afirmaron que oían mejor con ambos implantes; en condiciones de reverberación 26 de los 30 sujetos estudiados, un 87%; en la prueba de ruido de fondo, 29 de los 30 sujetos a estudio, un 97%; y en aversión al sonido, 17 de los 30, un 57%.

## Discusión

Esta revisión sistemática tiene como objetivo contestar a una pregunta previamente planteada: ¿Existe una mayor ventaja auditiva con la doble implantación coclear simultánea?

Esta pregunta se plantea con el fin de detallar aquellos aspectos de la implantación coclear simultánea que muestran mayores facilidades o mejora de habilidades auditivas y su comparación con aquellas implantaciones cocleares unilaterales y/o bilaterales pero con una temporalización secuenciada. La mayoría de los estudios que se encuentran se basan en la anteposición de un implante coclear bilateral respecto de un implante individual pero, dentro de lo que hoy en día se considera lo mejor, ¿existe mayor ventaja con una tipología de implantación que con otra?

Los estudios que se han escogido para ser revisados son estudios de cohortes y de casos y controles que analizan algunos aspectos de las diferencias que existen entre los implantes cocleares bilaterales secuenciales y simultáneos; y unilaterales. Algunos de los aspectos que recogen son: la localización del sonido, la percepción del discurso o los riesgos de la cirugía. Estos estudios han sido realizados en niños de entre 8 meses y 18 años y en adultos de entre 18 y 85 años con hipoacusias neurosensoriales de severas a profundas o grupos control, con una audición dentro de los límites de la normalidad.

Fueron 6 los estudios seleccionados los que analizaban diferentes aspectos, muchos de ellos en común ya que son esenciales para la comprobación de mejoras a nivel auditivo como son los PEACs.

Con ellos conseguimos tener información del proceso que se lleva a cabo en las vías auditivas y de su desempeño en áreas como la discriminación auditiva y el reconocimiento de palabras.

Un individuo con implantes cocleares, ya sea uni o bilateralmente, no tiene las mismas habilidades auditivas que sus iguales oyentes, por ello, mediante estas ayudas y estimulación se consigue asemejar su audición a los límites que llamamos “normales” o de normoaudición.

Lo más importante para conseguir una audición efectiva es la utilización de la ventaja binaural <sup>4,30-37</sup>, y esta solo se puede conseguir, en personas con hipoacusia, gracias a los implantes cocleares, ya sea un implante unilateral con una ayuda auditiva de otras características en el oído contralateral; o dos implantes cocleares.

Esto se refleja con los datos obtenidos en los que se apunta que los individuos con un implante coclear bilateral tienen ventaja en habilidades como la comprensión del lenguaje, la localización de sonidos en el espacio y en situaciones auditivas con condiciones adversas, incluso subjetivamente, ellos, valoran como mucho mejor su audición frente al grupo de los implantados unilateralmente.<sup>47</sup>

Ahora bien, cuando hablamos de cuál de los dos tipos de implantaciones bilaterales es mejor para la audición encontramos datos que nos son significativos y algunos que no. Por ejemplo, en el estudio de la rapidez de desarrollo de las vías auditivas corticales no se muestran datos de relevancia al contraponer la situación de dos grupos de sujetos implantados bilateralmente de forma simultánea y de forma

secuenciada en condiciones semejantes. Aunque si que se pueden ver diferencias y ventajas en la implantación simultanea frente a la secuenciada, no podemos asegurar la mejora.<sup>43</sup>

Si mantenemos la insignificancia de los datos revelados, en estos momentos deberemos buscar otras características de la audición que puedan arrojar luz a la respuesta a nuestra pregunta. Si evaluamos, por ejemplo, el tiempo de estimulación necesario para entrar dentro de los límites de normoaudición, encontramos que los sujetos que han sido implantados simultáneamente se recuperan de forma más rápida que aquellos implantados secuencialmente, a razón de 1 mes frente a 3 meses.

Otro de los aspectos a valorar es el reconocimiento de palabras, esencial para que, además de tener una audición objetiva medida mediante latencias P1, puedas llevar una vida social sana. El estudio revela que los individuos implantados secuencialmente consiguen su mejor desempeño en la percepción y reconocimiento del lenguaje normal a los 12 meses de la recuperación, y que mantienen ese desempeño hasta 6 años después del comienzo de la rehabilitación, límite al que llega el estudio.<sup>46</sup>

La localización del sonido también es uno de los puntos fuertes de estos sujetos ya que, con solo 3 meses de rehabilitación, consiguen una localización decente y funcional, llegando a tener errores de apenas 20° a los dos años de la implantación.<sup>46</sup>

Cuando valoramos esta localización y la percepción del discurso, también se ha de medir en ambientes de ruido, ya que no todas las posibilidades comunicativas que tendrán serán en absoluto silencio ambiental. Esta medida se hizo de tres formas, con el emisor y el ruido en un ángulo de 0° respecto la línea media de la cabeza, con el ruido a 90° con respecto de la línea media de la cabeza hacia el oído derecho y a 90° con respecto de la cabeza hacia el oído izquierdo.

En el primer escenario desempeñan mejor la tarea aquellos sujetos implantados secuencialmente, nunca por encima de los sujetos del grupo de control. Esta condición cuando el sonido y el ruido vienen en la misma dirección es totalmente opuesta a lo que ocurre en las dos situaciones siguientes. Cuando hay una separación del ruido de 90° respecto del sonido el grupo de la implantación simultánea desempeña la tarea mucho mejor. No hay diferencias entre oído derecho izquierdo ni en el grupo de control ni en de simultáneos, pero si en el de secuenciales, lo que nos da otros datos, su audición es asimétrica en muchos casos.<sup>45</sup>

Por último, se debe valorar los riesgos de la doble implantación en un mismo suceso quirúrgico. Este es un aspecto por el que muchos padres prefieren una implantación secuencial a una simultánea, porque creen que es una operación que entraña menores riesgos.<sup>44</sup>

En esta revisión hemos comparado los aspectos que se incluyen en una intervención quirúrgica entre dos grupos, personas implantadas secuencialmente y bilateralmente. Dentro de este apartado vemos que el tiempo que se emplea en la preparación pre operatoria, el tiempo de la propia operación y el tiempo de estancia hospitalaria se ven reducidos con respecto a la sumativa de los dos procedimientos por los que deberán pasar aquellos sujetos que se implanten secuencialmente.<sup>44</sup>

Además, las complicaciones postoperatorias leves y severas se ven en menor porcentaje en aquellas operaciones de implantes dobles que en las unilaterales.<sup>44</sup>

Son muchos los aspectos valorados a los que hemos dado respuesta y dada la cantidad de puntos de vista hallados en la elaboración siempre se encuentran limitaciones a la hora de combinarlos e incluso encontrarlos.

Durante la realización se han tenido dificultades a la hora de extraer la información necesaria del escrito por el idioma en el que se presentaba. Aunque el desempeño en la tarea ha finalizado con éxito no podemos obviar que la dificultad añadida ha hecho que esto lleve más dedicación que la que se usaría para extraer información de textos en nuestra lengua materna.

La búsqueda de información en las diferentes bases de datos también las consideramos una limitación ya que muchas de ellas tenían un acceso restringido a la información invalidando artículos que, aunque interesantes a simple vista, no hemos podido valorar y analizar cómo nos hubiese gustado.

En ocasiones, las muestras medidas no tenían las características necesarias para ser incluido o se ha eliminado partes de los artículos por sesgos en algunas pruebas, como la no realización de algunas pruebas en muestras grandes y en las que han transcurrido varios meses entre la realización de la prueba de un sujeto a otro.

El tema principal que queríamos mostrar no abunda tal y como nos gustaría que estuviese expuesto, ya que muchas veces la comparación radica entre la unilateralidad y la bilateralidad, y no, como se quería demostrar, entre la temporalización de ambos implantes cocleares en la propia bilateralidad.

No obstante, todas estas limitaciones se han superado y se ha llevado acabo una revisión con criterio y productividad.

## Conclusión

Los individuos que se han incluido en esta revisión han sido sujetos a evaluaciones de, prácticamente, todos los aspectos que puedan llevar a valorar su grado

de audición. A lo largo de la revisión se ha intentado comparar los dos tipos de implantación bilateral obteniendo unos resultados muy positivos.

La implantación simultánea ha demostrado un mejor desempeño en aspectos como la percepción y el reconocimiento del lenguaje y el habla, la localización de sonidos cuando el emisor y el ruido se encuentran separados, y ha demostrado que la recuperación o tiempo de estimulación tras la implantación es más corto que en su antónimo, la implantación secuencial.

Sin embargo, se ha encontrado que, a la hora de percibir el discurso cuando el ruido y el emisor están en el mismo punto espacial con respecto al receptor, tiene un mejor desempeño aquel sujeto que se haya implantado secuencialmente sus dispositivos.

La ventaja binaural demostrada en estos individuos ha dotado de mayor fiabilidad a los demás conceptos, afirmando el resto de aspectos ya que, todos juntos, son los que forman este concepto.

Además, se ha demostrado que las complicaciones derivadas de una intervención quirúrgica son iguales o menores a una situación normal en un quirófano y a la implantación secuencial o por separado de los implantes cocleares en estos pacientes con hipoacusia neurosensorial. La estancia en el hospital es menor y el tiempo de operación también, no demostrando una mejora a la hora de la administración de analgésicos y antieméticos.

Con esta pregunta queríamos aclarar la situación en la que se encuentra un sujeto con una implantación coclear simultanea frente a una secuencial, llegando a la



conclusión de que, en la mayoría de los aspectos, el primero tiene un desempeño mejor y sí, tiene una ventaja auditiva frente al otro grupo.

Dado los datos obtenidos, se propone que en un futuro, no muy lejano, se elabore un estudio en el que englobe todos los aspectos y sea realmente ciego, para asegurar los datos y englobarlos de forma que quede definitivamente clara la ventaja.

A raíz de esto solo se puede añadir que, igual que se incluyó como universal el concepto de que la implantación bilateral es mejor que la unilateral <sup>4-6, 20-25</sup>, en un futuro se incluya la ventaja de la simultaneidad.

## Bibliografia

1. Kühn-Inacker H, Shehata-Dieler W, Müller J, Helms J. Bilateral cochlear implants: a way to optimize auditory perception abilities in deaf children?. International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology. 2004;68(10):1257-1266
2. Barton Gr, Stacey PC, Fortnum HM, Summerfield AQ. Hearing-impaired children in the United Kingdom, IV: cost-effectiveness of pediatric cochlear implantation. Ear Hear. 2006;27(5):575-588
3. Kawano A, Seldon HL, Clark GM, Ramsden RT, Raine CH. Intracochlear factors contributing to psychophysical percepts following cochlear implantation. Acta Otolaryngol. 1998;118(3):313-326
4. Basura GJ, Eapen R, Buchman CA. Bilateral cochlear implantation: current concepts, indications and results. The Laryngoscope. 2009;119(12):2395-2401
5. Eapen R, Buchman CA. Bilateral cochlear implantation: current concepts. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2009;137(5):351-355
6. Papsin BC, Gordon KA. Bilateral cochlear implants should be the standard for children with bilateral sensorineural deafness. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2008;136
7. Gordon KA, Papsin BC, Harrison RV. Activity-dependent developmental plasticity of the auditory brainstem in children who use cochlear implants. Ear Hear. 2003;24(6):485-500

8. Gordon KA, Papsin BC, Harrison RV. An evoked potential study of the developmental time course of the auditory nerve and brainstem in children using cochlear implants. *Audiology & NeuroOtology*. 2006;11(1):7-23
9. Gordon KA, Papsin BC, Harrison RV. Auditory brainstem activity and development evoked by apical versus basal cochlear implant electrode stimulation in children. *Clinical Neurophysiology*. 2007;118(8):1671-1684
10. Gordon KA, Valero J, Papsin BC. Auditory brainstem activity in children with 9-30 months of bilateral cochlear implant use. *Hearing Research*. 2007;233(1-2):97-107
11. Thai-Van H et al. The pattern of auditory brainstem response wave V maturation in cochlear-implanted children. *Clinical Neurophysiology*. 2007;118(3):676-689
12. Gordon KA, Papsin BC, Harrison RV. Effects of cochlear implant use on the electrically evoked latency response in children. *Hearing Research*. 2005;204(1-2):78-89
13. Gordon KA, Tanaka S, Papsin BC. Atypical cortical responses underlie poor speech perception in children using cochlear implants. *NeuroReport*. 2005;16(18):2041-2045
14. Gordon KA, Tanaka S, Wong DD, Papsin BC. Characterizing responses from auditory cortex in young people with several years of cochlear implant experience. *Clinical Neurophysiology*. 2008;119(10):2347-2362

15. Gordon KA, Wong DD, Papsin BC. Cortical function in children receiving bilateral cochlear implants simultaneously or after a period of interplant delay. *Otology & NeuroOtology*. 2010;31(8):1293-1299
16. Sharma A, Dorman MF, Kral A. The influence of a sensitive period on central auditory development in children with cochlear implants. *Hearin Research*. 2005;203(1-2):134-143
17. Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. A sensitive period for the development of the central auditory system in children with cochlear implants: implications for age of implantation. *Ear Hear*. 2002;23(6):532-539
18. Sharma A, Dorman MF, Spahr AJ. Rapid development of cortical auditory evoked potentials after early cochlear implantation. *neuroreport*. 2002;13(10):1365-1368
19. Sharma A, Nash AA, Dorman M. Cortical development, plasticity and re-organization in children with cochlear implants. *Journal of communication disorders*. 2009;42(4):272-279
20. Luntz M et al. Sound localization in patients with cochlear implant-preliminary results. *Int J pediatr Otorhinolaryngol* 2002;64(1)1-7
21. Peters BR, Litovsky R, Parkinson A, Lake J. Importance of age and postimplantation experience on speech perception measures in children with sequential bilateral cochlear implants. *Otol Neurotol* 2007;28(5):649-657
22. Gordon KA, Papsin BC. Benefits of short interimplant delays in children receiving cochlear implants. *Otology & NeuroOtology*. 2009;30(3):319-331

23. Mok M, Galvin KL, Dowell RC. Spatial unmasking and binaural advantage for children with normal hearing, a cochlear implant and a hearing aid, and bilateral implants. *Audiol Neurootol* 2007;12(5):295-306
24. Galvin KL, Mok M, Dowell RC. Perceptual benefit and functional outcomes for children using sequential bilateral cochlear implants. *Ear Hear*. 2007;28(4):470-482
25. Litovsky RY et al. Bilateral cochlear implants in children: localization acuity measured with minimum audible angle. *Ear Hear*. 2006;27(1):43-59
26. Gilley PM, Sharma A, Dorman M. Cortical reorganization in children with cochlear implants. *Brain Research*. 2008;1239:56-65
27. Gilley PM, Sharma A, Dorman M, Martin K. Developmental changes in refractoriness of the cortical auditory evoked potential. *Clinical Neurophysiology*. 2005;116(3):648-657
28. Lee DS et al. Cross-modal plasticity and cochlear implants. *Nature*. 2001;409(6817):149-150
29. Eggermont JJ, Ponton CW. Auditory-evoked potential studies of cortical maturation in normal hearing and implanted children: correlations with changes in structure and speech perception. *Acta Otolaryngol*. 2003;123(2):249-252
30. Brown KD, Balkany TJ. Benefits of bilateral cochlear implantation: a review. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007;135(5):315-318

31. Ching TYC, Van Wanrooy E, Dillon H. Binaural-bimodal fitting of ilateral implantation for managing severe to profpund deafness: a review. *Trends in Amplification*. 2007;11(3):161-192
32. Muller J, Schon F, Helms J. Speech understanding in quiet and noise in bilateral users of the MED-EL COMBI 40/40+ cochlear implant system. *Ear Hear*. 2002;23(3):198-206
33. Nopp P, Schleich P, D'Haese P. Sound localization in bilateral users of MED-EL COMBI 40/40+ cochlear implants. *Ear Hear*. 2004;25(3):205-214
34. Schleich P, Nopp P, D'Haese P. Head shadow, squelch, and summation effects in bilateral users of the MED-EL COMBI 40/40+ cochlear implant. *Ear Hear*. 2004;25(3):197-204
35. Schon F, Muller J, Helms J. Speech reception thersholds obtained in a symetrical four-loudsoeaker arrangement from bilateral users of MED-EL cochlear implants. *Otol Neurotol*. 2002;23(5):710-714
36. Van Hoesel R, Ramsden R, Odriscoll M. Sound-direction identification, interaural time delay discrimination, ande speech intelligibility advantages in noise for a bilateral cochlear implant user. *Ear Hear*. 2002;23(2):137-149
37. Van Hoesel RJ. Exploring the benefits of bilateral cochlear implants. *Audiol Neurootol*. 2004;9(4):234-246
38. Steffens T et al. The benefits of sequential bilateral cochlear implantation for hearing-impaired children. *Acta Oto-Laryngologica*. 2008;128(2):164-176

39. Van Hoesel RJM, Tyler RS. Speech perception, localization and lateralization with bilateral cochlear implants. *Journal of the acoustical society of america*. 2003;113(3):1617-1630
40. Gelfand SA, Silman S. Apparent auditory deprivation in children: implications of monaural versus binaural amplification. *J Am Acad Audiol*. 1993;4(5):313-318
41. Gordon KA, Papsin BC. Understanding hearing loss in children: what is known and what remains to be learned?. *Otorinolatingology*. 2009, 59(4):221-227
42. Bauer PW, Sharma A, Martin K, Dorman M. Central auditory development in children with bilateral cochlear implants. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006;132(10):1133-1136
43. Sharma A et al. Simultaneous versus sequential bilateral implantation in young children: Effects on central auditory system development and plasticity. *Audiological Medicine*. 2007;5:218-223
44. Ramsden JD, Papsin BC, Leung R, James A, Gordon KA. Bilateral simultaneous cochlear implantation in children: our first 50 cases. *Laryngoscope*. 2009;119(12):2444-2448
45. Chadha NK, Papsin BC, Jiwani S, Gordon KA. Speech detection in noise and spatial unmasking in children with simultaneous versus sequential bilateral cochlear implants. *Otology & Neurology*. 2011;32(7):1057-1064
46. Chang et al. Performance over time on adults with simultaneous bilateral cochlear implants. *J Am Acad Audiol*. 2010;21(1):35-43

47. Litovsky R, Parkinson A, Arcaroli J, Sammeth C. Simultaneous bilateral cochlear implantation in adults: a multicenter clinical study. *Ear Hear.* 2006;27(6):714-731
48. Sharma A et al. P1 latency as a biomarker for central auditory development in children with hearing impairment. *J Am Acad Audiol.* 2005;16(8):564-573



Tabla 1

<b><u>Palabra Clave</u></b>	<b><u>PubMed</u></b>
Bilateral cochlear implant	1538/902/582* → 20
Binaural hearing	737/206* → 2
Auditory brainstem cochlear implant	525 → 15
Delay cochlear implantation	28 → 6
Sequential bilateral cochlear implant	102 → 3
Simultaneous bilateral cochlear implant	82 → 4
Implante coclear bilateral	6
Implante coclear secuencial	0
Implante coclear bilateral simultaneo	0

Tabla 2

Artículo	Tipo de estudio	Objetivo del estudio	Participantes	Métodos	Resultados
Litovsky R, Parkinson A, Arcaroli J, Sammeth C, 2006 <sup>47</sup>	Estudio de cohortes	Determinar la eficacia de la implantación coclear bilateral simultánea comparándola con sujetos con implantes unilaterales	37 sujetos escogidos con edades comprendidas entre los 18 y los 81 años.	4 pruebas para evaluar la percepción del lenguaje en silencio, en ruido con diferentes ángulos de presentación y la opinión subjetiva del paciente.	Demuestra que la implantación simultánea provee mayores ventajas en la audición con condiciones adversas.
Sharma A et al, 2007 <sup>48</sup>	Estudio de casos y controles	Determinar si los niños que han recibido implantes cocleares bilaterales, simultáneos y con una temporalización temprana muestran un	20 niños con implantes cocleares, 10 simultáneos y 10 secuenciados. Todos ellos fueron implantados antes de los 3 años y medio.	Se han medido las latencias de P1 en el momento de la implantación y en la postimplantación (1 semana y 1, 3, 5, 8, 11 y 15 meses después).	Los datos no son significativamente diferentes para ambos grupos pero si existe una leve ventaja para el grupo de la implantación

		desarrollo más rápido de las vías auditivas corticales comparado con niños que recibieron sus implantes con la misma temporalización pero de forma secuencial.			simultánea.
Bauer PW et al, 2006 <sup>42</sup>	Estudio de casos y controles	Examinar el curso temporal de la maduración de las latencias del potencial evocado auditivo cortical P1 en niños implantados secuencial y simultáneamente.	4 niños con edades entre los 12 y 24 meses, dos de ellos con implante coclear simultáneo y otros dos con implantes secuenciados.	PEACs para determinar la respuesta/latencia P1.	Los sujetos con implantes simultáneos llegan a la normalidad en un periodo de tiempo más corto que los implantados secuencialmente.

		desarrollo más rápido de las vías auditivas corticales comparado con niños que recibieron sus implantes con la misma temporalización pero de forma secuencial.			simultánea.
Bauer PW et al, 2006 <sup>42</sup>	Estudio de casos y controles	Examinar el curso temporal de la maduración de las latencias del potencial evocado auditivo cortical P1 en niños implantados secuencial y simultáneamente.	4 niños con edades entre los 12 y 24 meses, dos de ellos con implante coclear simultáneo y otros dos con implantes secuenciados.	PEACs para determinar la respuesta/latencia P1.	Los sujetos con implantes simultáneos llegan a la normalidad en un periodo de tiempo más corto que los implantados secuencialmente.

					tiempo de estancia en el hospital y las posibles complicaciones dan evidencia de que la implantación simultánea es más rápida y eficaz que la secuencial.
Chadka NK et al, 2011 <sup>46</sup>	Estudio de cohortes	Medir la detección del sonido con ruido en niños con implantes cocleares simultáneos secuenciales y niños con audición normal.	30 niños, 8 de audición normal, 12 secuenciados y 10 simultáneos entre los 2 años y medio y los 12 años y medio.	El umbral de detección del discurso en situación de ruido fue determinado usando respuestas de conducta condicionadas mediante audiometrías con refuerzo visual,	El estudio da evidencia de que el implante simultáneo mejora el desmascaramiento espacial y la

					audición binaural.
				audimetría condicionada en juego y audiometrías estándar, dependiendo de la edad.	

Figuras A, B, C, D

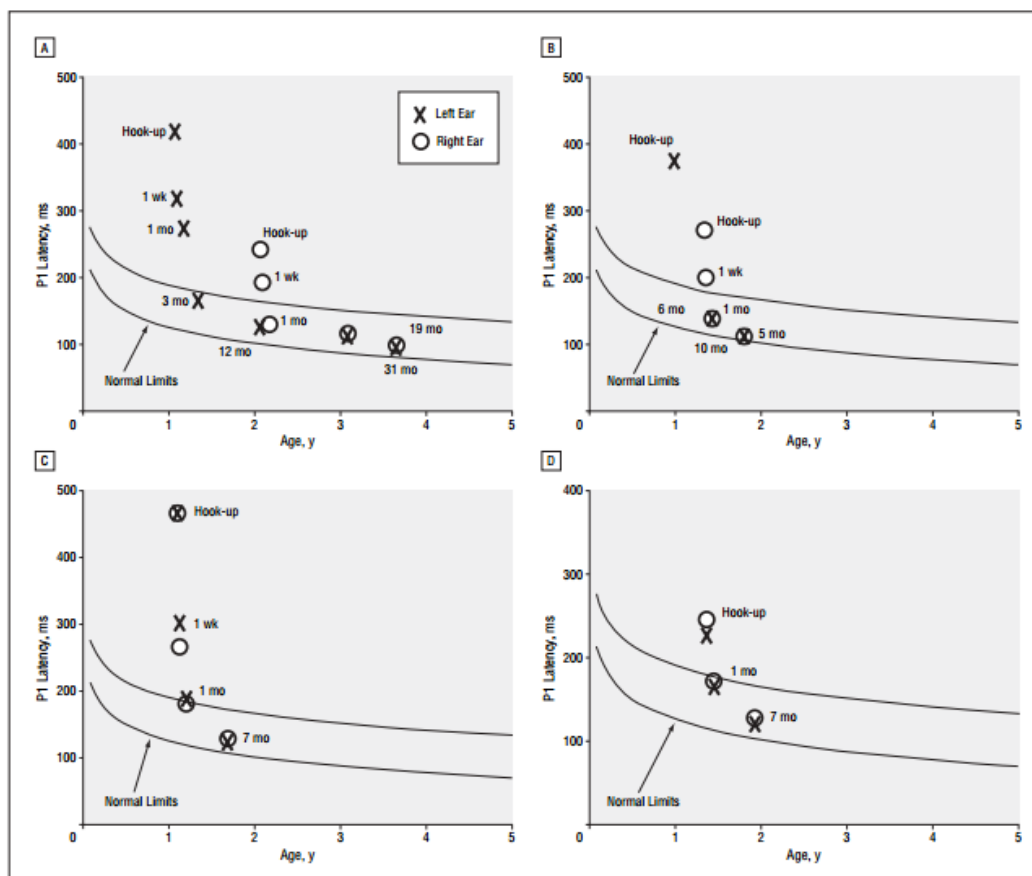


Figure. Trajectories for P1 latency changes following sequential bilateral implantation for (A) patient 1, (B) patient 2, (C) patient 3, and (D) patient 4. The solid lines represent the 95% confidence intervals for normal development of P1 latencies.

Figura E

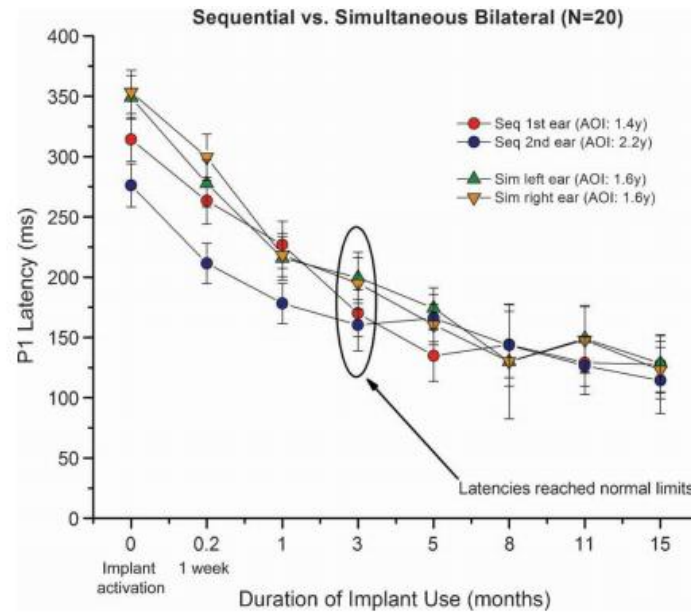


Figura F

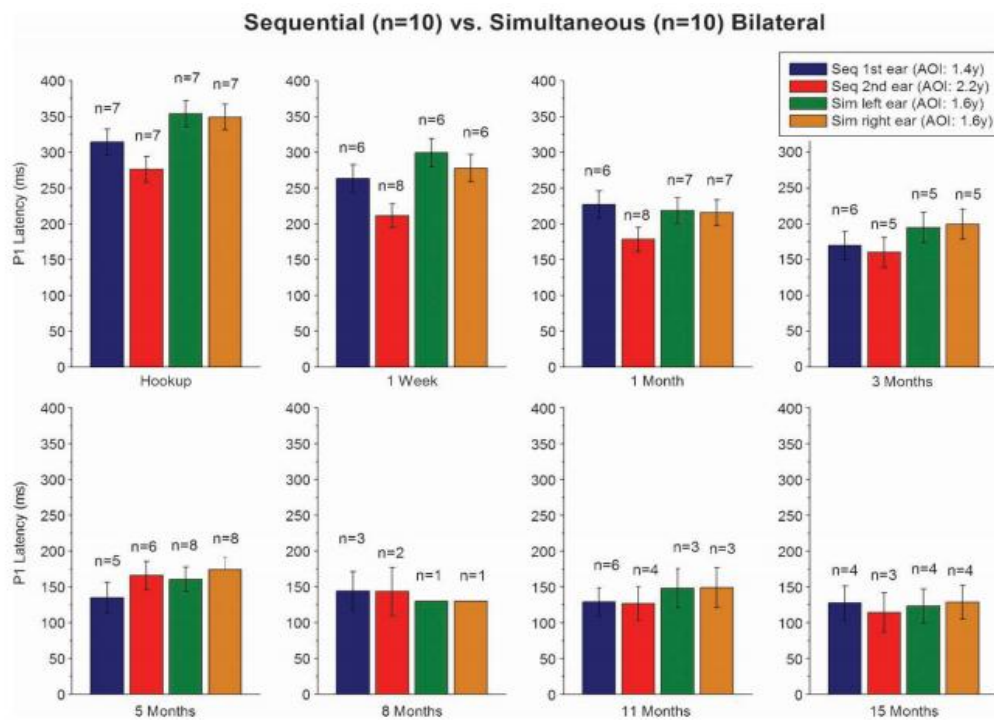




Figura G

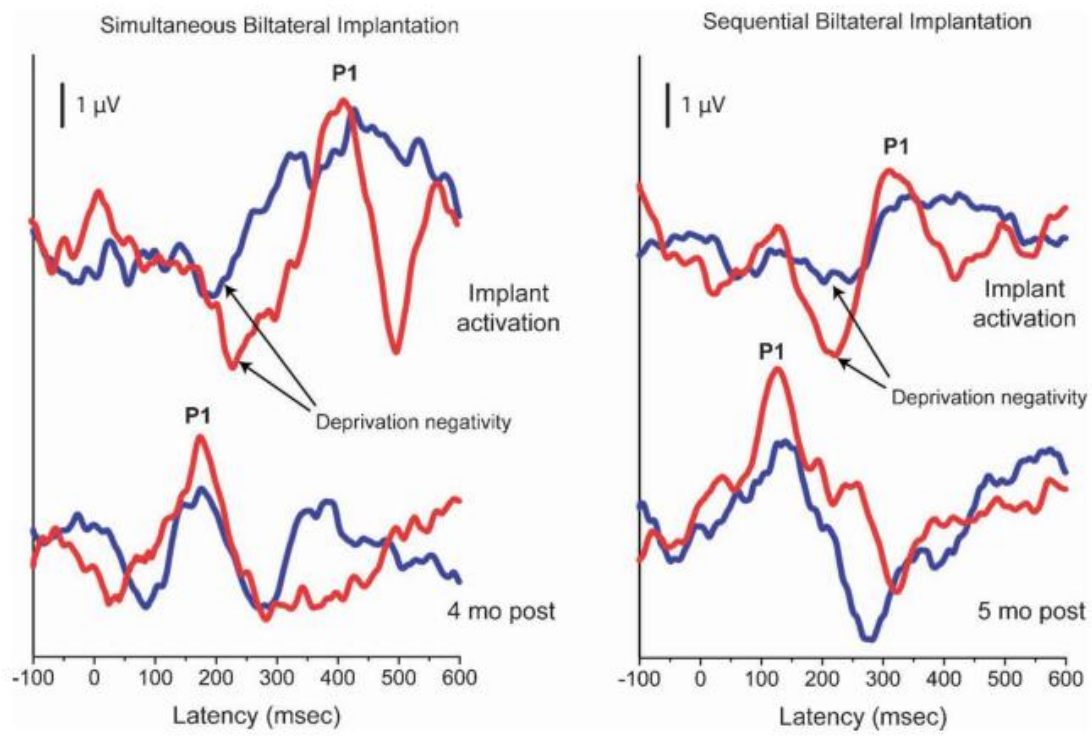


Figura H

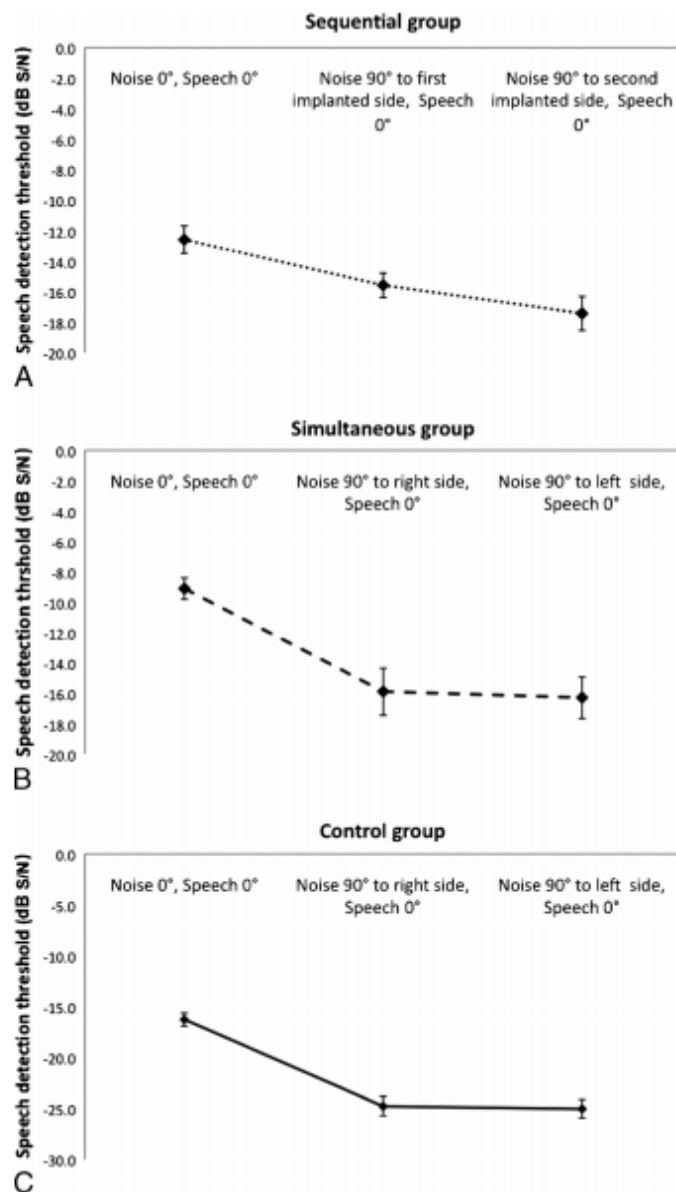


Figura I

